

# LA ERA DIGITAL

**FERNANDO SÁEZ VACAS**

*Catedrático del Dpto. de Ingeniería Telemática. ETSIT de la Universidad Politécnica de Madrid*

Comenzaremos a hablar de números, hombres y máquinas. Mientras que la mente humana maneja números muy pequeños y está incapacitada para manejar números grandes, con los ordenadores ocurre todo lo contrario, ya que pueden trabajar cómodamente con números grandes y los representan mediante unas unidades de información muy pequeñas, denominadas bits. A pesar de esta palabra técnica, bit, lo que se expondrá seguidamente se referirá siempre a conceptos muy grandes, es decir, a macroconceptos, y se evitará, en todo momento, caer en detalles técnicos.

A lo largo de este trabajo, se intentará contestar algunas preguntas relacionadas con la técnica actual, algo así como las tradicionales ¿quién soy?, ¿de dónde vengo?, y ¿adónde voy? Para ello, comenzaremos basándonos en los datos numéricos que emanan de las prestaciones técnicas de los equipos. En primer lugar, intentaremos contestar a la pregunta ¿de dónde venimos? Es aquí donde se intentará hacer una cierta perspectiva histórica, desde muchos años atrás, tratando de avanzar hasta nuestros días. Después, otra pregunta básica, ¿cómo vamos hacia ese futuro? Es lo que llamaremos la Era Digital, siendo el motivo del título del presente trabajo. Por último, si nos quedan unos minutos, se intentará realizar un epílogo antropológico.

## **La pregunta “¿hacia dónde vamos?”**

¿Hacia dónde vamos? Comencemos con unos datos tomados de un artículo publicado por Antonio Golderos, que fue director general de Telefónica Investigación y Desarrollo. Dichos datos se refieren a la tecnología que estará vigente en el año 2000. En primer lugar, la densidad de integración estará en 1 Gb para las memorias. En segundo lugar, la velocidad de los procesadores será de 200 millones de instrucciones por segundo. En tercer lugar, la conmutación de alta velocidad estará en torno a los 5 millones de paquetes por segundo. En cuarto lugar, el reconocimiento del habla será de 5.000 palabras, en el reconocimiento continuo. En quinto lugar, el almacenamiento de datos llegará a la no despreciable cifra de 10 Gb o, lo que es lo mismo, el equivalente a 10.000 libros. Esta cantidad nos puede servir de referencia para tener una idea de la capacidad de las tarjetas y de los chips.

Si tenemos en cuenta la capacidad de comunicación sin hilo, la productividad del software y las

tecnologías por encima del año 2000, se pueden realizar una serie de predicciones muy interesantes. Por ejemplo, en el año 2002 se pretende, y se está en ello, disponer de un ordenador personal completo en un único chip con 32 Mb de memoria principal, entrada y salida de vídeo y sonido, reconocimiento del habla y varios buses y conexiones para todo tipo de redes.

Para el año 2010, según los cálculos actuales, se espera disponer en un único chip de 8 Gb de memoria. En función de lo que se ha dicho antes, esto significa que en un chip, en una pequeña pastilla de silicio, probablemente se dispondría del equivalente a 8.000 libros de texto. Para esta misma fecha también se pretende tener en fabricación y en uso lo que llaman "Ciberladrillos". Un Ciberladrillo sería en la práctica un ordenador completo, pero con una memoria de 30 GB y con una velocidad o capacidad de proceso de 15 Giga instrucciones por segundo, donde Giga significa  $10^9$  instrucciones por segundo.

Más adelante, hacia el año 2047, que es la fecha hasta la que llegan las previsiones que se han hecho últimamente, se espera que en el equivalente de tamaño del disco compacto actual se puedan almacenar unos 20 TeraBytes. Como se puede ver, los prefijos actuales, como Mega, se están quedando pequeños y hay que pasar al Giga y de ahí al Tera y, posteriormente, al Peta.

Como se decía al principio, los seres humanos tienen ciertas dificultades a la hora de manejar números grandes. Si consideramos estos prefijos, poseen un significado que se puede escapar por completo a la capacidad en el manejo de los números de la mayoría de las personas, si se exceptúa, quizás, a los que trabajan todo el día en microelectrónica. Se prevé también que para esta fecha del año 2047, y siendo muy conservador, la potencia de los ordenadores será 100.000 veces mayor que la de los equipos actuales. Hasta aquí hemos utilizado las cifras para contestar la pregunta "¿hacia dónde vamos?", y a continuación vamos a ver un poco de la historia.

Una mirada retrospectiva

¿De dónde venimos? Para contestar esta pregunta lo mejor es hacerlo desde una perspectiva histórica, lo que se justifica a partir del título del presente trabajo. De hecho, puede ser muy interesante, ya que lo más normal es que la gente, incluidos los técnicos, no se encuentre verdaderamente muy preparada y sensibilizada para poder establecer un sistema de medida para el avance tecnológico en función del tiempo.

Se puede partir de un artículo muy famoso de Herbert Simon, Premio Nobel de economía de hace unos años, para sorpresa de los economistas que no lo conocían. Además, es uno de los padres de la inteligencia artificial y, hoy en día, es profesor emérito en una universidad de EE.UU. Lo que decía el señor Simon, más o menos, es que, en la actualidad, cada nuevo día se anuncia una revolución. Cualquier innovación siempre se anuncia como una revolución, e incluso como un nuevo paradigma. Por ejemplo, una revolución serían los NetWork Computer o, si escuchamos a Microsoft y compañía, los NetPC u otros tipos de tecnologías que están apareciendo continuamente. Ante ello, Herbert Simon decía que había que tener una perspectiva un poco más general. El motivo es sencillo: hay que tener en cuenta que, probablemente, estas revoluciones que se nos anuncian cada día no son tales revoluciones, sino que obedecen a una secuencia de acontecimientos que se pueden rastrear a lo largo del tiempo en la historia.

Según Simon, en la historia ha habido tres revoluciones de la información. La primera de ellas fue el lenguaje escrito, que más o menos se puede datar hacia el cuarto milenio antes de Cristo, en función de que se hable del lenguaje jeroglífico o del lenguaje alfabético. Este acontecimiento ha tenido una transcendencia enorme y significa, literalmente, el principio de la historia, ya que desde que existen documentos escritos, hay historia.

La segunda revolución de la información, según Simon, acontece con la creación de la imprenta, y es lo que se llama la "Galaxia Guttenberg". Hay que tener en cuenta que la Galaxia Guttenberg, que en este momento está en lucha con la "Galaxia Electrónica" o la galaxia cibespacial, se generó hace algo más de 500 años.

Y por último, dice Simon que ha ocurrido una tercera revolución de la información, que es la revolución correspondiente a las actuales tecnologías de la información. Su comienzo lo deberíamos buscar a mediados del siglo pasado o, quizás, antes.

A continuación analizaremos de manera general la evolución de las tecnologías, destacando algunas ideas en cuanto a las secuencias principales y su relación entre sí. Tenemos por un lado las telecomunicaciones, con unas fechas que son, más o menos, conocidas por casi todo el mundo, pero que cuando se tienen delante de los ojos todas juntas crean un impacto especial. Por ejemplo, el telégrafo eléctrico es del año 1837; la teoría de los campos electromagnéticos es del 1870; el teléfono hace solamente 120 años que se inventó; la radio es de 1898, de lo que todavía no hace ni 100 años; la televisión es ya de este siglo y hay una serie de tecnologías de la información, que no se puede decir que pertenezcan al mundo de las telecomunicaciones, pero que se pueden relacionar con avances como son: la telescopía, la microscopía, la fotografía, la cinematografía, ..., que han tenido un enorme impacto en la humanidad.

Por otro lado, tenemos la electrónica: la electricidad, la electrotecnia y tecnologías afines. Algunos hitos importantes en estas ramas han sido, por ejemplo: el electrón, que se descubrió en el año 1897; los rayos catódicos en el 1900; el triodo en el año 1906 y el transistor, con la importancia que ha tenido para la humanidad, en el año 1947; el circuito integrado, como evolución del transistor y otras tecnologías de semiconductores, se descubrió en el año 1958. Si volvemos a la idea de Simon, se pone de manifiesto que en los años anteriores la humanidad no ha estado sin hacer nada, por el contrario, "las revoluciones" que hoy ahora se nutren de lo que se hizo en los años pasados. Hay una especie de cadena de continuidad, que nos trae hasta nuestros tiempos de avance en avance.

Finalmente, tenemos el último e importantísimo campo que, como todos sabemos ya, es la informática. La informática, por lo general, se piensa que es de hace poco porque el ordenador realmente es de hace 50 años. Pero si rastreamos sus orígenes, la informática podría datarse, por lo menos, hace tres siglos.

Aquí tenemos una de las conclusiones más importantes. Todas estas tecnologías, que más o menos funcionan por separado en muchos momentos, llegan a un punto en el tiempo en que se empiezan a entrelazar. Al final hay un momento en el que funcionan juntas, produciéndose lo

que se llama la sinergia. Así, en el 1970 la informática se encuentra con las telecomunicaciones, en lo que se denomina el teleproceso. De esta forma, por lo menos en España, la transmisión de datos debería celebrar sus 25 años.

### **Una mirada a la historia de la informática**

Dediquemos ahora un poco de atención a la informática desde el punto de vista histórico. Se podría pensar que la informática es algo reciente, pero en realidad es el fruto de varias ramas que convergen en una sola. Una de estas ramas es la de las calculadoras: la "Pascalina" del año 1642, la máquina de Leibniz del año 1674, la máquina de diferencias de 1822 y una máquina calculadora que se llamaba "Millonnaire" de finales del siglo XIX.

Respecto a las calculadoras hay una anécdota que mucha gente no conoce. Al final del siglo XIX se inventó una máquina tan buena como la "Millonnaire" por un español que se llamaba Ramón Barea y la patentó en Nueva York. Este señor no quiso sacar ningún beneficio de ella, y cuando le preguntaron los periódicos el motivo, decía que lo único que quería era demostrar que un español era capaz de hacer lo que cualquier otra persona.

Otra rama de la informática está formada por los autómatas lógicos, que nos remite al control automático, los reguladores de Maxwell y otros elementos hacia el año 1760. La operación lógica procede de las elucubraciones de George Boole, matemático y filósofo allá por el año 1850.

La última rama está formada por las máquinas estadísticas, la información perforada y la tabuladora. Todas estas ramas de la tecnología informática, que se conocen por casi todo el mundo, son las que convergen, y en 1940, los estudios de personas como Turing, Von Neumann o Goldstine acaban por inventar el ordenador de programa almacenado que recoge todas estas tendencias.

Aunque Von Neumann, matemático de origen húngaro, fue un genio, lo que inventó no fue de nueva planta, sino que se basó, lógicamente, en la continuidad que hemos presentado. Por ello, no solamente es interesante dar datos, también hay que ver las tendencias. Es fácil considerar, al igual que mucha gente, que en las tecnologías de la información está la tercera revolución de la información.

Hay unas tendencias integradoras que son la electrificación, la digitalización y computadorización. La primera, la electrificación, es la implantación generalizada de los circuitos electrónicos en todo tipo de productos, instrumentos o sistemas. La utilización de la electrónica, en sustitución a todas las otras tecnologías que se podían haber desarrollado y que todavía existen, significa la utilización, por fin, de un soporte físico unitario para todos los instrumentos, todos los aparatos y todas las tecnologías.

La segunda tendencia integradora es la digitalización. Es decir, la posibilidad de representar cualquier información, con independencia de que sea la señal de un sismógrafo, una imagen, una palabra o datos de diverso tipo, mediante un mismo formato, que es el formato binario, y con la posibilidad de utilizar diferentes códigos de información. Es una tendencia unificadora de gran

relevancia y es lo que da, en definitiva, nombre al tema más general que estamos tratando: las plataformas digitales, en sentido amplio. Eso supone la utilización, con algunas variaciones, de un soporte simbólico unitario, es decir, todas las informaciones se unifican en una sola manera de representarla.

La tercera y última tendencia integradora es posiblemente la más importante, pero como todas funcionan juntas no se pueden hacer este tipo de diferenciaciones. Se trata de la computadorización. La aparición del ordenador, a finales de los años 40 como máquina electrónica y, además, digital reúne directamente las dos características integradoras que hemos visto anteriormente. Eso tiene un impacto tan grande que probablemente aún no se ha analizado de manera suficiente.

El computador u ordenador, a partir de ese momento y en adelante, se constituye en la pieza auténticamente maestra de las tecnologías de la información, por su potencia, por su versatilidad y por su compatibilidad. Es la máquina que puede introducir inteligencia, la que puede desarrollar muchas de las funciones que se venían desarrollando tradicionalmente de otras formas. Por ejemplo, si tratamos de descubrir si tiene más importancia la informática o las telecomunicaciones, veremos que en realidad interaccionan mutuamente y se implican de tal manera que una sin la otra son imposibles de entender en el momento actual. Pero si hubiera que saber cuál tiene de verdad mayor importancia, es posible que sea la informática.

El usar argumentos relativos a la utilización generalizada de los protocolos TCP/IP, como posible ejemplo de la influencia de las telecomunicaciones sobre la informática, puede ser un arma de doble filo. A este tipo de aseveraciones se le puede dar fácilmente la vuelta, ya que los protocolos de Internet, en sus orígenes, son protocolos informáticos. Es decir, son protocolos que nacieron dentro del seno de lo que se denomina comunidad informática, para comunicar sus ordenadores. Aunque hayan tenido la importancia que todos sabemos.

Las comunicaciones, las redes, las centrales telefónicas y los centros de conmutación, hoy en día, no son otra cosa que grandes y complejos ordenadores especialmente adaptados a un determinado trabajo. Todo lo que se denomina señalización, toda la inteligencia añadida para lo que se denominan servicios de valor añadido, es realmente posible gracias a la informática.

Esta tendencia se puede ver claramente en algunas carreras técnicas, ya que, desde hace bastantes años, se han ido introduciendo todos los estudios necesarios de informática, y eso ha atendido muy bien a la demanda de los distintos sectores de tecnología. Del mismo modo, se ha podido ver la forma en la que grandes empresas de servicios o de telecomunicaciones han ido pidiendo cada vez más ingenieros de telecomunicación lo más versados que fuera posible en temas de informática y especialmente en software. Se puede decir que ha habido una auténtica reconversión de todas esas empresas y, en contestación a dicha demanda, ha sido necesaria la modificación de los planes de estudios.

El ordenador es la máquina universal, la máquina que debido a los cambios de arquitectura es capaz de utilizar todo tipo de datos, desde los escalares hasta los vectores, pasando por cualquier

tipo de información que tenga que ver con señales, imágenes o sonidos. Es el software el que le dota de la versatilidad necesaria para abordar cada tarea. Se puede decir, por lo tanto, que se trata de una máquina realmente universal, que lo cambia todo.

### **Pautas de evolución y tecnologías multimedia**

En estas pautas de evolución se puede encontrar un caso muy especial, del cual se habla muchísimo en la actualidad, que es la tecnología multimedia. ¿Quién no habla de multimedia en estos momentos? La tecnología multimedia aparece como una cierta convergencia de las tecnologías y de los sectores correspondientes, del que se denomina audiovisual, como pueden ser la televisión o la radio, que están relacionados con la electrónica de consumo, del sector de las telecomunicaciones y del sector de la informática.

Hay tecnologías multimedia que son estrictamente informáticas. Por ejemplo, tenemos un ordenador en casa, con una unidad lectora de CD-ROM, con lo que disponemos de multimedia y manejamos sonidos, imágenes estáticas, videos animados, palabras habladas, textos y datos y todo ello de forma interactiva. Esto es multimedia informática pura, sin ninguna mezcla con las telecomunicaciones. Pero también tenemos tecnologías multimedia que son casi estrictamente audiovisuales, como puede ser la televisión clásica. La televisión clásica, es televisión analógica, pero en este caso, sin intervención ninguna de la informática.

Lo más lógico es que la multimedia del futuro tiene que ser digital y, además, distribuida. Se tiene que tender a que la convergencia de esos tres sectores nos vaya llevando, cada vez más, a una multimedia que, como se ha dicho, será distribuida, es decir, a sustituir o complementar al CD-ROM. Aquí tenemos una tecnología que está y la seguiremos teniendo, aunque relativamente, porque ya se ha anunciado que el CD-ROM ha muerto.

Pero también se ha dicho que Internet ha muerto y es que todos los días nos anuncian una defunción tecnológica. El CD ROM ha muerto; ¡pero si yo me acabo de comprar uno! Pues nada, ha muerto porque, para el año que viene, las empresas que marcan los estándares de facto, en este caso de los PC, en sus normas de fabricación, en lugar del CD-ROM han impuesto el DVD (el Disco Vídeo Digital), que tiene mucha más capacidad. En un futuro, lo más probable es que mueran todos o tengan una existencia relativamente precaria porque, como se ha dicho, lo que prevalecerá será la multimedia distribuida.

El futuro sistema multimedia está dentro de las pautas de evolución que se están examinando en estas líneas. Tendremos, cada vez más, un sistema tan sencillo como un ordenador servidor de contenidos que le entrega su información a un terminal de usuario, y entre medias habrá lo que se denominan "infopistas". Estas infopistas o autopistas de la información son lo que, en definitiva, denominamos redes. El terminal de usuario tendrá muchísimas formas y se conectará a través de esas infopistas, con el debido ancho de banda, a unos servidores de contenidos, y solicitará e interactuará con los contenidos y programas de ese servidor.

Actualmente, se puede decir que en multimedia hay dos grandes polos de inicio que son extremos. Por un lado, está la tecnología multimedia informática pura, que ya hemos dicho que podía

ser el CD-ROM. En el otro extremo, tenemos la tecnología multimedia clásica, que es el televisor analógico. Actualmente, cada polo se va aproximando al otro. Es decir, la tecnología multimedia informática se va haciendo más audiovisual, aproximándose a la televisión, y la Televisión se va haciendo más informática, aproximándose a lo que es el polo informático.

Con ello, se abren una serie de posibilidades enormes. En principio, hay más público en uno de los polos. El público objetivo, del que tanto se habla, es más numeroso en el polo audiovisual clásico. Hay mil millones de personas que tienen televisor y simplemente lo enchufan y cambian los canales. Y hay menos gente, pero ya muy numerosa, en el polo de lo que es la multimedia informática pura.

También hay un gran número de personas en tecnologías multimedia que ya no son tan puras, puesto que no son exclusivamente informáticas, sino que participan en otras tecnologías como las telecomunicaciones, este es el caso de los internautas. Todo usuario de un ordenador o de una estación de trabajo que se conecta a Internet y maneja el Web obtiene multimedia, pero está manejando una multimedia que ya no es informática pura, porque participa con telecomunicaciones.

Así estos dos polos se irán aproximando, y de hecho ya se puede ver dicha tendencia. Por ejemplo, existe el WebTV, que es un televisor normal y corriente, al cual se le dota de un instrumental adecuado para que pueda navegar por ciertas páginas de la Web. Otro caso lo tenemos en los ordenadores que pueden utilizar sintonizadores de TV analógica clásica y eso existe desde hace bastantes años. Incluso hay más, porque los ordenadores, no olvidemos que hay cerca de 300 millones de usuarios en el mundo, también pueden usarse para ver TV digital si al ordenador se le dota de los sintonizadores adecuados para esta finalidad. De hecho, existe un estudio circulando que dice que en EE.UU., al final de este siglo, puede haber del orden de 100 millones de ordenadores que tengan capacidad de sintonizar TV digital, mientras que solo habrá un millón de equipos de TV digital.

En resumen, habrá una gama de soluciones que irán convergiendo con el tiempo, creando aparatos monstruosos y capaces de todo. Desde el televisor informatizado, que es lo que llamaban "compuvisor", al ordenador personal, dotado de toda una suerte de tarjetas de tipo audiovisual, pasando y sin terminar en ello, ni muchísimo menos, por el ordenador de red, que ya se ha lanzado al mercado.

Esto es lo que se estima que puede ocurrir en un futuro ya inmediato. Pero, en un futuro más o menos a medio plazo, se piensa lo que todo el mundo entiende: que los sistemas multimedia serán sistemas digitales servidos por ordenadores. Aquí encontramos una serie de problemas relativos al ancho de banda, que tienen que ver con la interactividad, con el tiempo real y con todo este tipo de limitaciones, que se tendrán que ir corrigiendo poco a poco.

### **Las distintas eras**

Analicemos unas informaciones que aparecieron en una revista, más concretamente, en un suplemento de la revista Time que se comenzó a editar en el año 1995, y que curiosamente se denominaba Time Digital. Es posible que los editores estuvieran completamente convencidos de

que ya vivimos en una sociedad digital, por lo que sacaron este suplemento, bastante bien hecho por cierto y en el que se hablaba de todo este tipo de cosas. En noviembre del año 1995, sacaron algo que podía llamar mucho la atención, ya que representaba, de una manera un tanto curiosa y original, unificados mediante una serie de eras, unos inventos, que en su gran mayoría, tienen que ver con las tecnologías de la información.

Curiosamente, al autor científico le dio por llamar a la etapa comprendida entre el año 1730 y el 1878 "Revolución industrial". En dicha etapa solamente se hablaba del telar, de la máquina de vapor, del teléfono y del telégrafo, es decir, de una serie de inventos importantes. Pero es posible que la intención del periódico fuera la de reflejar, sobre todo, las tecnologías que tienen que ver con la información. Lo más importante es ver cómo, en distintas eras, se han creado inventos que van siendo sobrepasados por los acontecimientos.

La "Era de la electricidad" venía definida por el período comprendido entre el año 1879 y el 1946. Aquí citaban el invento de la bombilla incandescente, de grandísima importancia. Hace poco se hizo una encuesta en el Newsweek y cuando se preguntaba a la gente por los diez inventos más importantes que conocía, entre ellos estaba la bombilla. La bombilla, junto a los vuelos regulares de avión, supuso un cambio importante en nuestra forma de vida. Centrándonos en el tema, empezamos a hablar de las válvulas de vacío, de la electrónica, del ordenador, que aparece en el año 1940, de la radio y la TV.

El hecho de que se denomine la "Era de la electricidad", y que aparezcan estos instrumentos de la tecnología de la información, lo único que indica es que más adelante se va a notar un gran impacto y de una mayor importancia. Como por ejemplo, el afloramiento de otra serie de técnicas que pueden estar integradas bajo el nombre de "Era de la información".

La "Era de la electrónica", según el periodista, comenzaba en el año 1947, fecha en la que se inventó el transistor. Parece mentira, pero solamente hace 50 años de ello. Posteriormente se inventan los ordenadores grandes, los "mainframes", en el año 1964, y más tarde el satélite de comunicaciones. Actualmente existen muchos satélites en uso, pero el primer satélite enviado al espacio fue el Sputnik en la década de los 50.

Para muchas personas, como es mi caso, dicho lanzamiento fue lo que marcó precisamente la orientación hacia la ingeniería de telecomunicación, en el año 1957. El circuito integrado, como se ha dicho antes, está en la misma era que el transistor, pero 11 años después. Para acabar, están también la red ARPA, que ha dado lugar a Internet, el magnetoscopio de color y varias cosas más. Pero aquí solo se citan algunas innovaciones verdaderamente importantes, por eso, estas grandes revoluciones, pero que son pequeñas en el fondo, no las estamos tomando en consideración.

Por último, en la revista aparecía la que llamaban Era de la información, que empieza, según ellos, en el año 1973. Y ¿cuándo termina? No tenemos ni idea, pero me voy a permitir el lujo de cerrar esta Era de la Información para empezar otra nueva, que va a ser la "Era digital".



En la "Era de la información" aparece: el microprocesador, que es un circuito integrado; el ordenador personal, que antes no existía; el fax; la fibra óptica; la telefonía celular; el CD- ROM; Internet; la realidad virtual y las interfaces de usuario gráficas, con los ratones, y las ventanas. Es decir, un montón de tecnologías en un periodo de tiempo muy pequeño, en comparación con la historia que hemos revisado con anterioridad.

Cuando yo veo esto, me da por pensar, ahora que ya empiezo a ser mayorcito, digo: "yo nací al final de la era de la electricidad, he vivido las eras de la electrónica y de la información y ahora voy a entrar en la era digital. ¡Esto es algo maravilloso!". Que una persona, en toda la historia de la humanidad, se permita el lujo, y también el problema, de vivir y enseñar (por eso me da tanto miedo) a las generaciones que nacen en esas eras, que han pasado de una forma tan rápida, no deja de ser un reto.

### **La Era Digital**

Tengo que decir que el título de esta conferencia no lo he puesto yo, alguien me ha impuesto el título de la Era Digital, porque yo no sé lo que es la Era Digital. Pero me dijeron "habla de la Era Digital". Bueno, pues vale. Por eso he tratado de acercarme a lo que es la Era Digital. Sé que se habla del mundo digital, sé que se habla de la sociedad digital, sé que alguien habla del Homo Digitalis, como el señor catedrático que ha escrito un libro sobre la sociedad digital. Todo el mundo habla del hombre digital, del time digital, de la sociedad digital, etc. Es posible que ya se esté en la Sociedad digital, en el Mundo digital.

Yo en principio creo que vamos hacia ello; pero no sé si hemos empezado la Era Digital o no. Diría que la era digital sería aquello que estaría relacionado con la circunstancia técnica por la cual hubiera una viabilidad de tecnología digital para soportar toda la información de la sociedad. Y eso ¿cómo se mide?. No lo sé. Para mí la Era Digital representa un punto técnico. Luego, la sociedad digital se irá acomodando a estas circunstancias técnicas, como de hecho se está haciendo; pero es posible que se vaya bastante más despacio que la tecnología.

De momento, he cerrado la era de la información en el año 2000. Siempre hay que utilizar épocas muy significativas desde el punto de vista de la mitología; siempre los fines de milenio, van a venir los Ángeles, se va a acabar el mundo. ... Podemos decir que la era de la información, siguiendo la pauta del periodista del Time Digital, la ponemos como punto de referencia en el año 2.001, y comenzamos la Era Digital. ¿Por qué?. Porque queremos, ya que es algo subjetivo.

En la Era Digital o ciberespacial, lo que se produce es una convergencia todavía mayor de las tecnologías. Se estima que va a haber una convergencia e interoperabilidad de las redes; se verá, finalmente, la multimedia distribuida; las interfaces que tenemos hoy en día como Windows se harán naturales, con reconocimiento del habla; también aparecerán los HomeNets y los BodyNets; los computadores ubicuos y el ciberespacio. Por el momento, el mejor símbolo que se puede escoger para la Era Digital puede ser una mano con los dedos del triunfo, ya que significa victoria y, además, digital, por los dedos (es lo que he elegido para proyectar en la pantalla).

Una vez que hemos entrado en la Era Digital o creemos que hemos entrado -estamos hablando del año 2.001 en adelante- voy a eludir toda responsabilidad acerca de lo que se va a decir seguidamente, porque no es mío, sino que ha sido tomado de una conferencia muy importante, que se ha celebrado del 1 al 4 de marzo de 1997 en San José, California. Esta conferencia se convocó para celebrar los primeros 50 años de la Association for Computer Machinery, que es probablemente la asociación más importante de los profesionales de la informática, fundada en el año 47, con el inicio de la informática moderna. Dicha conferencia se formó en torno a una serie de relevantes expertos con la finalidad de conferenciar y discutir sobre los próximos 50 años de la computación.

Algunas de las cosas que allí se dijeron se pueden atribuir a Gordon Bell, a James Grey, ..., personas todas ellas muy importantes. Uno de ellos es el director del centro de investigación de Palo Alto. También se pueden equivocar, como todo hijo de vecino, pero están bastante bien informados de lo que pasa, por una simple razón, están dedicando mucho dinero a las investigaciones que intentan construir en el futuro.

Lo que llamo "la anatomía o arquitectura del ciberespacio", es decir, lo que piensan que va a suceder en los próximos años puede explicarse de una manera muy general y simple. El centro de todo serán las redes, el ciberespacio. Entendiéndose que donde ellos dicen redes, se debe pensar en la Red de redes, ya que, en realidad, estos señores hablaban de Internet, y yo no es que me haya atemorizado porque se haya dicho que Internet ha muerto.

Todo el mundo en esa conferencia parece que apuesta porque en el futuro la Red de redes sea la Internet; no la de ahora, sino que será una Internet con nuevas infraestructuras, nuevos protocolos acomodados al ancho de banda, la dirección de miles de millones de máquinas. Técnicamente se apuesta por la Red de redes y debajo de esto va a haber todo tipo de redes, las de siempre, las redes de larga distancia, las redes locales, las redes de hogar, las redes de sistemas y las redes del cuerpo.

Tenemos que imaginar todo esto como ahora, pero todavía más potenciado, con miles y miles de redes, algunas que no existen todavía, y todo ello flotando como en un líquido. Va a haber una especie de pasta, una especie de superestructura que será la Red de redes, las cuales se comunicarán, como actualmente, unas con otras y las plataformas entre sí. Esto es lo que se denomina el centro de las tecnologías de un futuro.

Después habrá un conjunto de miles de millones de lo que llaman plataformas digitales, que serán en principio ordenadores que asumirán funciones de vídeo, de cálculo, en definitiva, de cualquier clase. Esas plataformas son los terminales o los grandes ordenadores o lo que sean. Están lógicamente relacionadas entre sí por las redes que correspondan. Una plataforma puede estar en una red de área corporal si corresponde o en una red de área local o en una red hogareña, y se comunicará con otras redes. Ahí aparece la palabra contenido. Cada plataforma podrá desarrollar o ejecutar una serie de contenidos que pueden ser vídeo, texto, programas, gráficos, etc.

Por último, y con esto ya terminamos de representar la anatomía del ciberespacio, habrá las interfaces y los sensores. Las interfaces de comunicación entre las plataformas y el ser humano o los sensores de comunicación con el mundo físico. Es necesario fijarse en que todo esto es la estructura digital y lo que está fuera es el mundo físico. Esto significa que las personas se comunicarán con las personas y se comunicarán con las cosas. Actuarán con las cosas a través de un inmenso ciberespacio, una red computacional, donde habrá todo esto y de la forma que aquí se indica.

En un futuro, parece ser, todo el instrumental de comunicación y de acción sobre el mundo, toda la representación del mundo o mucha de la representación del mundo, para los negocios, educación y entretenimiento estará basado en esta inmensa red de máquinas, en esta inmensa Red de redes. La relación entre las personas con el mundo se producirá a través de una gran máquina digital formada por miles de millones de máquinas digitales conectadas.

Visto desde una perspectiva funcional, hay una jerarquía que va desde abajo con los materiales y fenómenos físicos del silicio, que llevan a la creación de los componentes. Tenemos los componentes de hardware, como pueden ser los procesadores, las memorias, los transductores, los sensores. Continúa con el hardware y el software de las plataformas, de todo tipo de plataformas digitales, y también de las redes, de todo tipo de redes.

Después estarán las aplicaciones. Todo esto sin aplicaciones no funciona; una aplicación puede ser un procesador de texto, puede ser una herramienta de creación en páginas de HTML, o el lenguaje que lo sustituya, o cualquier otra aplicación, que permita crear un vídeo animado, sintetizar imágenes, etc. Pero con las aplicaciones, que son herramientas, se crean contenidos, y los contenidos serán los vídeos propiamente dichos, los libros, las imágenes, los programas, es decir, aquello que ya tiene o puede estar sujeto a lo que se llama la propiedad intelectual, que es uno de los grandes problemas. Esto es un poco, y dicho muy rápidamente, lo que explicaron estos señores en su conferencia.

### **La ley de Moore**

Ahora lo que quiero hablar es de cómo van a ser estas plataformas, de cómo van a ser estos componentes, etc. La ley de Moore expresa el número de transistores por chip. Ahora estoy haciendo un pequeño ensayo sobre la ley de Moore. Técnicamente es algo que todo el mundo maneja; dicen que la ley de Moore mide el crecimiento del número de transistores por chip, pero eso es espectacular, y maneja unos números que no están en la mente humana, hay que hacer un esfuerzo de visualización para ver lo que significan. La ley de Moore, para mí, representa el símbolo de lo que se está produciendo en el campo de la tecnología de la información.

Si se crea una tabla en la que en el eje Y se coloca el incremento en el número de transistores y en el eje X el tiempo, se dice que la ley expresa la densidad de componentes en un chip de silicio a lo largo del tiempo. Se puede ver que el número de transistores en el chip se multiplica por dos cada año o, en algunos casos, se multiplica por 1,6 (el 60%). ¿Qué significa eso? En 6,68 años se centuplica, cada 30 años se multiplica por 109 (es decir, se Gigaplica), y así progresivamente. El número de transistores ha crecido por un coeficiente de 2 hasta el año 1972; luego la ley de Moore se ha dulcificado un poco, de forma que a partir de esta fecha y hasta el año 2010 apro-

ximadamente el crecimiento va a ser del 60% anual. Del año 1972 al 2010 se pasará de 1 Kb por chip a lo que se espera que sean 8 Gb por chip. Y esa es la proyección que se ha utilizado antes cuando se dijo que la potencia de los ordenadores en el año 2047 será 100.000 veces superior a la actual.

Hay que señalar que los computadores ubicuos son computadores integrados en las cosas. Son computadores que no se ven, y que están enredados; todos van en red. No sé si habéis oído hablar de los programas de investigación sobre las "cosas que piensan". Hay tecnologías que están metiendo ordenadores, es decir, ordenadores completos, en elementos cotidianos para que se comuniquen las cosas entre sí. De esta forma, el frigorífico se puede comunicar con el coche y decirle que falta leche descremada, los computadores en las paredes pueden insonorizar nuestra casa y ordenadores en los interruptores de la luz pueden graduar la intensidad luminosa. Esto es así, no es una broma, hay ordenadores metidos en las cosas, hay cosas que piensan, y son ordenadores que están ocultos, y que están en todas partes.

En realidad, todo el razonamiento que se hace está en el plano técnico exclusivamente, y eso es un error. Es un error porque ahora se está viendo que la tecnología cambia. La tecnología tiene tal poder que cambia la forma de hacer las cosas y cuando ocurre en gran medida cambia hasta las cosas que hacemos. Ya hemos visto como en el sector financiero andan muy preocupados porque les cambia la forma de hacer negocios, los operadores de telecomunicaciones andan muy preocupados porque no saben a donde dirigirse ni cómo serán las redes, ni si las centrales de telefonía hay que cambiarlas. Todo el mundo tiene unos problemas de incertidumbre y de indecisión tremendos.

Por eso la tecnología requiere tecnólogos. Pero un tecnólogo no es un técnico, un tecnólogo, desde el punto de vista etimológico, sería el que hace el discurso de la técnica, no el que hace técnica. Los que hacen técnica, son técnicos; lo que se podía decir es que los técnicos podrían transmutarse un poco en tecnólogos. Ya no es de recibo que el técnico se dedique solo a contemplar entusiasmados la ley de Moore sin pensar en las repercusiones que todo ello tiene.

Una cosa es la Era Digital y otra muy diferente es la Sociedad Digital. Las cuestiones de la Sociedad digital requieren un tiempo, y ese tiempo es lo más difícil. La vida del universo se mueve en cifras. Poniendo un punto de partida o, lo que es lo mismo, el año 0, podemos saber que la vida del universo es de  $15 \times 10^9$  años. De nuevo estamos manejando los números, igual que en la ley de Moore; la vida de la tierra es mucho menor que la del universo, es decir,  $4,5 \times 10^9$ . Según parece, la humanidad tiene unos tres millones de años, que es muchísimo menos. La historia que empieza por el lenguaje escrito tiene  $4,5 \times 10^3$ .

Pasamos de  $10^9$  a los momentos actuales, que estamos en eras, que las medimos por decenios. Es decir, 30 años que frente a la vida de la humanidad representa una cantidad 100.000 veces menor. En una cienmilésima de tiempo histórico se están produciendo unos acontecimientos de grandísimas transformaciones. Si pensásemos en la historia de la humanidad siempre ha habido tecnología. Por ejemplo, si pensamos en el hombre de Atapuerca, dicen que tiene 750 o 800 mil años. Vivió la época de la piedra tallada, no conoció otra tecnología a lo largo de miles de generaciones.

Ahora estamos viviendo unos momentos tan turbulentos que la velocidad de cambio de los circuitos, como hemos visto antes por la ley de Moore, no la comprendemos y es prácticamente imposible de seguir. Por eso vamos desapareciendo de las empresas, vamos cometiendo errores, y la sociedad se va adaptando como puede, pero con muchas dificultades. Esto es lo que hace que vivamos una era de incertidumbre, una era de sociedad muy compleja. Yo considero que la tecnología en general y la tecnología, en particular es la aventura de nuestro tiempo; creo que es una hermosa y arriesgada aventura. Lo único que tenemos que hacer es tener un poco de optimismo y acometerla como una aventura histórica.

### infotecnología

El planteamiento que solemos tener es muy conservador: la gente quiere conservar las empresas, quiere conservar su puesto de trabajo, su riqueza. Ya lo decía San Juan de la Cruz: "para llegar al lugar que no conoces, debes tomar el camino que no conoces". Esa es la aventura. Por lo menos hay una cosa que si tenemos que salvaguardar, y es que aunque no sepamos todos nosotros hacia donde vamos, por lo menos tenemos un lugar que sí conocemos al que tenemos que ir, y que tenemos que orientar todo para no desviarnos de ese camino. Este camino es el siguiente: creo que la tecnología, aunque puede parecer un poco pedante o espiritual tiene que servir en último extremo para erradicar la pobreza, para conservar el medio ambiente o mejorarlo, para erradicar el analfabetismo, para curar las enfermedades degenerativas, y para hacernos más libres. Cualquier operación, cualquier aventura que sigamos con la tecnología, debe tener ese principio y ese final.